

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 9 月 1 7 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 2 7 0 9 6 9

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

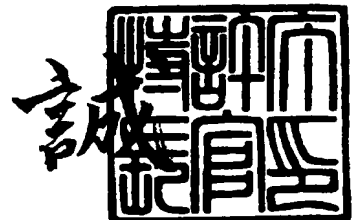
J P 2 0 0 4 - 2 7 0 9 6 9

出 願 人
Applicant(s): 日 立 金 属 株 式 有 限 公 司

2 0 0 5 年 9 月 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



BEST AVAILABLE COPY

【官 規 則】	付 訂 願
【整理番号】	DE03010
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	G11B 5/84 G11B 21/21
【発明者】	
【住所又は居所】	栃木県真岡市松山町 1 8 番地 日立金属株式会社 O E デバイス 部内
【氏名】	佐藤 毅志
【発明者】	
【住所又は居所】	栃木県真岡市松山町 1 8 番地 日立金属株式会社 O E デバイス 部内
【氏名】	古市 眞治
【特許出願人】	
【識別番号】	000005083
【氏名又は名称】	日立金属株式会社
【代表者】	本多 義弘
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	010375
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1

【請求項 1】

磁気ディスクから所定量浮上するスライダーで、磁気ディスクの突起や異物との衝突を圧電素子やAEセンサーで検出する磁気ディスク用グライドヘッドであって、スライダー背面の略中心位置に荷重点が設けられ、磁気ディスクに対向する側のスライダー面には2本の正の浮上圧力を発生させる浮上レールが形成され、浮上レールの荷重点位置から流出側に浮上力を減ずる切り欠き部を設け、浮上レールを空気流入側レール部と空気流出側レール部に分け、浮上ピッチ角が $140\mu\text{rad}$ 以上 $380\mu\text{rad}$ 以下であることを特徴とする磁気ディスク用グライドヘッド。

【請求項 2】

浮上レールの荷重点位置から流出側の浮上力を減ずる切り欠き部の浮上レールの残り幅 $L15$ は、空気流入側レール部幅 $L8$ の10%以下であることを特徴とする請求項1に記載の磁気ディスク用グライドヘッド

【請求項 3】

浮上レールの荷重点位置から流出側の浮上力を減ずる切り欠き部が、浮上レールと直交して設けた分断溝であり、空気流入側レール部と空気流出側レール部に分割されていることを特徴とする請求項1に記載の磁気ディスク用グライドヘッド。

【請求項 4】

空気流入側レール部の長さ $L1$ は、平坦部 $L5$ と流入角部長 $L4$ からなり、流入角は $0.3\sim1.0$ 度であり、流出角が1度未満の時は、空気流出側レール部の長さ $L2$ は平坦部 $L2'$ と流出角部長 $L6$ の合計長で、流出角が1度以上の時は、空気流出側レール部の長さ $L2$ は平坦部長 $L2'$ であることを特徴とする請求項1から3に記載の磁気ディスク用グライドヘッド。

【請求項 5】

空気流入側レール部の長さ $L1$ と空気流出側レール部の長さ $L2$ の比率は、 $L2/L1=0.1\sim0.5$ であることを特徴とする請求項1から4に記載の磁気ディスク用グライドヘッド。

【請求項 6】

空気流出側レール部は流出端側に向かってレール幅が広がる構造で、空気流出側レール部の流出端の幅 $L8'$ の左右合計長が、左右のレールの外側端部の間隔で規定されるスライダー幅 $L9$ の、 $1/2$ 以上であることを特徴とする請求項1から5に記載の磁気ディスク用グライドヘッド。

【発明の名称】 磁気ディスク用グライドヘッド

【技術分野】

【0001】

本発明は磁気ディスクの製造検査等に使用されるグライドヘッドに係るものである。

【背景技術】

【0002】

ハードディスク装置に使用される磁気ディスクは、円盤状のガラスあるいはアルミニウム等の非磁性材基板を用いている。非磁性材基板の表面に磁性材料と主に炭素からなる保護膜をスパッター等を用い成膜、さらにフルオロカーボン系の潤滑剤を塗布している。このように作られた磁気ディスクは磁気ヘッドと組み合わせ、情報を記録あるいは再生する記録装置として用いられている。磁気ディスク用グライドヘッド（以降、単にグライドヘッドと呼称することもある）は、この磁気ディスクの表面に発生した微小な突起あるいは異物等（以降、突起物と称する）を検出するためのセンサーとして、磁気ディスクの検査工程で用いられている。グライドヘッドは数種実用化されているが、圧電素子を搭載したものとヘッド外部にAE（Acoustic Emission）センサーを取り付けたものが主流となっている。圧電素子方式とAE方式は、磁気ディスクの表面に発生した微小な突起物あるいは異物等とグライドヘッドのスライダーが衝突して生じる振動を電圧に変換する方法が異なるだけなので、本願では圧電素子方式で説明を行う。

【0003】

圧電素子をスライダーに搭載したグライドヘッドは、特許文献1に記載されている。図13に、圧電素子をスライダーに搭載したグライドヘッドの斜視図を示す。スライダー1は、一对の浮上レール3を有する。スライダー1の側面に張り出し部4が設けられ、張り出し部4のスライダー背面側に圧電素子9を固着している。圧電素子9の出力電圧は圧電素子を構成する結晶の分極方向の両端からリード線10により取り出され、サスペンション2に設けた絶縁性チューブ11を通じて外部に出力される。以後、説明を判り易くするため、同一の部品および部位には同じ符号を用いている。

【0004】

グライドヘッドの動作原理を、図14を用いて簡単に説明する。スライダー1の背面にサスペンション2に設けられたフレキシャー7が接着される。フレキシャー7に形成されたピボット8の頂点にサスペンション2がスライダーを磁気ディスクに押付ける力である荷重を与えている。ピボット8を支点としてスライダー1が、僅かであるが上下左右に動けるようになっている。ピボット8がスライダーに荷重を与える位置が荷重点wとなる。図14では、圧電素子9やリード線10等は省略している。スライダー1は磁気ディスク55の回転に伴う空気流の作用により浮上する。空気流はスライダーの流入端から流出端に向かって流れる。グライドヘッドの浮上量hは種々の要素で決まるが、主に空気流の流速とスライダーのレール幅、荷重によって決まる。レール幅と荷重はグライドヘッドによって決まっているため、磁気ディスク55の回転数と磁気ディスク上のグライドヘッド位置によって決まる線速度で浮上量が決まる。磁気ディスクの回転数を変え、線速度を磁気ディスク面内で一定とすることで、磁気ディスク55上を一定の浮上量hで浮上させることができる。

【0005】

一般に、グライドヘッドは、磁気ディスク面内を一定の条件、すなわち、突起物56の高さnを検出する浮上量hを磁気ディスク面内で一定とし、かつ、突起とグライドヘッドの衝突時に発生するエネルギーを揃える（突起とグライドヘッドの相対速度を一定にする）ために、線速度を磁気ディスク面内で一定としている。また、浮上量や飛行時の姿勢を磁気ディスク面内で一定とするために、グライドヘッドのスライダーは磁気ディスク上のいずれの位置においても、スライダーとスライダーが飛行する磁気ディスク上の円周の接線とのなす角（YAW角）は一定であり、グライドハイトテストでは、通常0度で用いられる。スライダー1が磁気ディスク上の突起物56に接触あるいは衝突すると、衝突によ

発生する振動がヘッドノーズを伝播して圧電素子を振動変形させる。圧電素子の電極に電荷が誘起されるので、リード線10から電極間電圧を取り出し測定することにより突起物の検出ができる。さらに、所定の浮上量 h をもつスライダ1を磁気ディスクの表面で移動すると、浮上量 h より高い突起物にスライダが接触（衝突）する。このとき発生する圧電素子の電圧と磁気ディスクの位置を求めれば、磁気ディスク表面にある規格外の突起物を検知することができる。

【0006】

このような原理で動作するグライドヘッドは空気流入溝の両側に正の浮上圧力を発生させる浮上レールを2本の突出形成するのが一般的である。2本の浮上レールを用いることにより、飛行時の姿勢を安定に保つことができる。また、2本の浮上レールからなるグライドヘッドの浮上量は、グライドヘッドの浮揚力を生じさせているレールの幅を変えることで、比較的容易に制御できるので、検査する磁気ディスクの突起物の高さに応じ、必要なグライドヘッドの浮上量設計が容易にできる。

【0007】

【特許文献1】特開平11-16163号公報 図1

【0008】

近年の磁気ディスク装置の高容量化と小型化、つまり高記録密度化は猛烈な勢いで進んでいる。記録密度を上げるために、記録ビットの幅と長さはますます小さくなり、それに伴い磁気ヘッドの狭トラック幅化と磁気ギャップの狭ギャップ長化が進んでいる。また、磁気ヘッドを磁気ディスク径方向へ高速で移動させるため、磁気ヘッドスライダも小型化している。記録密度を上げるため、磁気ディスクと磁気ヘッドとの隙間、即ち磁気ヘッドのスライダの浮上量 h は、12nm以下が求められるようになってきている。

【0009】

磁気ヘッドが磁気ディスク上を浮上し、情報の記録や再生を行う場合、磁気ディスク表面に磁気ヘッドのスライダの浮上量より高い突起物があると、スライダが磁気ディスクと衝突を起こし、正確な情報の記録や再生ができなくなる。また、データの破損や磁気ディスク装置の故障を引き起こす原因にもなる。そのために、磁気ディスク表面の突起物は磁気ヘッドのスライダの浮上量より低くする必要がある。スライダの浮上量の極小化に伴って、磁気ディスクの突起物の許容される高さはますます低くなる傾向にあり、その高さ要求は9nm以下になってきている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

浮上量を下げるには、線速度が同じであればスライダのレール幅を狭くするか、荷重を大きくすることで実現できる。荷重を大きくするには、スライダが磁気ディスク表面から浮上するまでの時間がかかることと、磁気ディスクに傷を付ける危険性が大きくなるため、余り好ましい方法ではない。また、荷重点を変えずに荷重を大きくすると、スライダのピッチ角が小さくなるため後述するが、グライドヘッドの感度低下を招くため好ましくない。荷重を変えずに浮上量を下げるには、浮揚力を発生しているレールの幅を小さくすることが有効である。しかし、浮上量 h が得られるレールの流出端縁が突起検出の検出部となるため、レール幅を小さくすることは突起検出部の幅が小さくすることになる。磁気ディスク表面の全面を検査するには、グライドヘッドを少なくともレール幅間隔で磁気ディスクの径方向に移動しながら検査する必要があり、検査に時間がかかるという問題が発生する。一般的な磁気ディスクの径方向移動幅は突起検出レール幅より狭くし、一つの突起検出を同一レールで複数回行うことで、より突起検出の精度を向上させている。このことから、レール幅を狭くすることで検査時間が長くなり、検査にかかるコストが上がるという問題がある。

【0011】

磁気ディスク上の高さの低い突起物を確実に検出するには、突起物との衝突に敏感に反応する高感度グライドヘッドが必要となってきた。検出しなければならない突起物の高さ

が低くなると、一般に突起物の体積が減少するため、スライダヘッドと突起物との衝突で発生する振動が小さくなるためである。

【0012】

グライドヘッドの突起検出感度を上げるには、突起とグライドヘッドスライダー衝突時の力を、スライダーの振動に変換する効率を上げることである。突起検出感度を上げる方法として、発明者らはスライダーのピッチ角を従来のグライドヘッドや記録再生磁気ヘッドに比べ、2～5倍と大きくすれば良いことを見だし、既に出願している。ピッチ角を大きくすることで、検出感度が上がる理由を図15を用いて説明する。図15a)は従来のグライドヘッドで、図15b)がピッチ角を大きくしたものである。図15a)で、荷重点17と突起物56と衝突する流出端16との距離をL、衝突した時の力をFとし、Lに垂直な力成分をfとする。スライダーは荷重点を支点として振動するので、衝突によって生ずる振動の大きさはfとLの積である回転トルクと置き換えて考察することが判り易いので、回転トルクTとf、Lの関係で述べる。図15a)では、衝突力がスライダーに作用する回転トルクTは、 $T = L \times f$ となる。図15b)では、 T' と L' 、 f' で表わしている。図15b)のように、ピッチ角を上げることで f' を大きくすることができ、回転トルク T' が大きくなり検出感度が上がると考えられる。図15b)では、荷重点17を流出端側に移動してピッチ角度を大きくしているため、 L' も小さくなることは避けられない。そのため、 f' を大きくした効果を小さくなった L' が減ってしまうため、 f' の増大効果を最大限生かすことができなかった。

【0013】

荷重点17を流出端16側に移動してピッチ角度を大きくする方法は、浮上姿勢のばらつきが大きいという問題があった。図15a)の様に中心に近い荷重点の場合、荷重点17の位置が少しばらついていても、ピッチ角のばらつきはほとんど無視できる程度であった。図15b)のように流出端側に荷重点を移動させると、荷重点の位置が少しばらついただけでピッチ角度のばらつきが大きくなってしまう。ピッチ角のばらつきが大きくなるということは、検出感度のばらつきが大きくなることである。そのため、荷重点位置がばらつかないように、スライダーとサスペンションを接着するための位置決め治具の高精度化と、作業者の練度を向上させる必要があり、製造コストが高くなるという問題点があった。さらに、線速度の異なる磁気ディスクで用いるグライドヘッドのピッチ角を同じとするためには、荷重点を変える必要がある。荷重点を変える度に、スライダーとサスペンションを接着するための位置決め治具を作製していたのでは、益々製造コストが上がるという問題があった。

【0014】

本発明は、低浮上で高感度が得られる高ピッチ角のスライダーで、浮上姿勢が安定し、検査時間の短縮が図れる磁気ディスク検査用グライドヘッドを提供することである。また、今までのスライダーとサスペンションを接着するための位置決め治具を使って、高ピッチ角の磁気ディスク検査用グライドヘッドが製造できることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の磁気ディスク用グライドヘッドは、磁気ディスクから所定量浮上するスライダーで、磁気ディスクの突起や異物との衝突を圧電素子やAEセンサーで検出する磁気ディスク用グライドヘッドであって、スライダー背面の略中心位置に荷重点が設けられ、磁気ディスクに対向する側のスライダー面には2本の正の浮上圧力を発生させる浮上レールが形成され、浮上レールの荷重点位置から流出側に浮上力を減ずる切り欠き部を設け、浮上レールを空気流入側レール部と空気流出側レール部に分けることが望ましい。

【0016】

従来の磁気記録再生ヘッドやグライドヘッド等の浮上ヘッドは、スライダー背面の略中心位置に荷重点を支点として、荷重点から流入側の浮上力を流出側の浮上力に比べ僅か大きくなる程度で、バランスを保たせ60～120 μ rad程度の浮上ピッチ角としていた。荷重点から流入側の浮上力は変えず、荷重点位置から流出側の浮上力を大きく下げて

、このパターンへを用し、40μmの幅をもち、この高さで浮上レールを得ることが、検出感度のを上げる上で好ましい。

【0017】

荷重点と突起物と衝突する流出端との距離をL、衝突した時の力をFとし、Lに垂直な力成分をfとすると、衝突力がスライダに作用する回転トルクTは、 $T=L \times f$ となりこの回転トルクが大きいほど高感度なグライドヘッドとなる。浮上ピッチ角度を大きくするとfが大きくなり、感度が向上するが、荷重点を流出側に移動させるとLが小さくなるため、fが大きくなった分だけの感度の向上が得られなかった。浮上レールを浮上レールと直交して設けられた分断溝により、空気流入端側レールと空気流出端側レールに分割することで、荷重点をスライダの略中心位置に配しても浮上ピッチ角度を大きくすることができる。荷重点をスライダの略中心位置に配することで、Lを従来のヘッドと同じ様に大きくすることができるため、荷重点を流出側に移動させて浮上ピッチ角度を大きくしたものに比べて、突起物の検出感度を向上させることができる。

【0018】

左右2本の浮上レールに設けられた、荷重点位置から流出側の浮上力を減ずる切り欠き部は、空気流方向のスライダ中心線に対し対称であることが好ましい。荷重点位置から切り欠き部の位置が左右で異なったり、左右で切り欠き面積、形状が異なると、左右の浮上スライダで発生する浮上ピッチ角に差が出るため、スライダがロール方向に傾いてしまう。ロール方向の傾きを $\pm 10 \mu rad$ 以下にしないと、左右の浮上レールの流出端の浮上高さの差が大きくなり、突起物検出精度が低下する。また、浮上レールの流出端部に偏磨耗が生じやすくなり、寿命の低下を招くことになる。

【0019】

浮上レールの荷重点位置から流出側の浮上力を減ずる切り欠き部の浮上レールの残り幅L15は、空気流入端側レール部幅L8の10%以下であることは好ましい。切り欠き部は浮上力を下げる目的で設けるものであるため、切り欠き部の残った浮上レール幅は極力小さくするのが好ましい。切り欠き部の残った部位は、浮上レールのスライダ外側や中心線側でも良いし、浮上レールに対し角度を持って良いものである。切り欠き部に浮上レールの一部を残し、残す位置や形状を変えることでスライダの識別マーカーとすることができる。

【0020】

浮上レールの荷重点位置から流出側の浮上力を減ずる切り欠き部が、浮上レールと直交して設けた分断溝であり、空気流入端側レール部と空気流出端側レール部に分割してもよい。浮上レールに直交した分断溝の形成は砥石等を用いた機械加工が可能である。切り欠き部に浮上レールの一部を残す形状を機械加工で得るのは難しく、フォトリソ技術やドライエッチング技術を用いる必要がある。浮上ピッチ角の異なったグライドヘッドを試作するとき、切り欠き部に浮上レールの一部を残す形状では、フォトリソ用のフォトマスクを仕様毎に作る必要があり費用と時間がかかる。浮上レールに直交した分断溝を形成する場合は、幅の違った砥石を用いるか砥石を移動させて加工を繰り返せば容易に、分断溝の幅や位置が異なったスライダが容易に得られるので、費用と時間の面でも有利である。

【0021】

切り欠き部は、浮上レールと直交して設ける必要がある。直交とは、 ± 5 度以内の傾きに入っていることを言うものである。グライドヘッドは、スライダとスライダが飛行する磁気ディスク上の円周の接線とのなす角（YAW角）は、磁気ディスク上のいずれの位置においても一定となるように使用し、グライドハイトテストでは一般的には0度で用いられる。グライドヘッドでYAW角をつけて測定する場合や、分断溝の角度が大きくなりすぎると、スライダがロール方向に傾き、正確な浮上量が得られなくなるため、切り欠き部と浮上レールは ± 5 度以内で直交していることが好ましい。特に、切り欠き部が分断溝となっている場合は、YAW角への影響が大きいため、 ± 3 度以内で加工することが好ましい。切り欠き部の深さは浮上力を生じない $5 \mu m$ 以上あれば良く、浮上レールを形成している溝の深さと同等程度で良いものである。

分断溝は、浮上レールの略中央部より流出側に浮上レールと直交して設けられていれば、複数本形成することができる。複数本の分断溝を形成した場合、各分断溝の溝幅の合計長を分断溝幅として、また、複数形成された空気流出端側レール部も同様に合計長を空気流出端側レール部長とすることで対応することができる。しかし、分断溝を複数形成することは加工時間が多く掛ったり、複数刃を持つ砥石を用意する必要があるため、製造コストが上がるため分断溝は1本とすることが好ましいと言える。

【 0 0 2 3 】

浮上レールに切り欠き部を設けると言うことは、切り欠き部で浮上力を減ずることである。そのため、線速度や荷重、荷重点が同じであれば、浮上量 h が低下してしまう。測定条件を極力変更しないためには、浮上レール幅を広くし浮上力を得て浮上量を確保することが好ましい。浮上レール幅を広くすることで、磁気ディスクの検査時間を短縮できると言う効果も得られる。

【 0 0 2 4 】

本発明の磁気ディスク用ガイドヘッドは、空気流入側レール部の長さ L_1 は、平坦部 L_5 と流入角部長さ L_4 からなり、流入角は $0.3 \sim 1.0$ 度である。流出角が1度未満の時は、空気流出側レール部の長さ L_2 は平坦部 L_2' と流出角部長さ L_6 の合計長で、流出角が1度以上の時は、流出側レール部の長さ L_2 は平坦部 L_2' である。空気流入側レール部の長さ L_1 は、平坦部 L_5 と流入角部長さ L_4 の合計である。流入角部の流入角度は、 0.3 度以上 1.0 度以下であるので、空気流によって浮上力を発生させる能力を有している。そのため、流入角部はレールの一部と扱うことができる。流入角部は、レールに空気を取り込む役目をするものであり、流入角度によってスライダが磁気ディスクより浮上する線速度が変わってくるため、 ± 0.2 度以内に加工することが好ましいものである。

【 0 0 2 5 】

空気をレールに取り入れるため、空気流入部に流入角を設けるのが一般的であるが、流入角の代わりに流入部に平坦部面より $0.5 \sim 3 \mu m$ 凹んだ流入部段差を設けることも可能である。流入部段差部長 a_3 は空気流入側レールの長さ a の一部として扱うことができるので、空気流入側レール部の長さ a は、平坦部 a_1 と流入部段差部長 a_3 の合計である。流入部段差部は、機械加工せずにフォトリソとイオンミリング等を組合わせて形成することができる。

【 0 0 2 6 】

流出角度によって流出角部が浮上に寄与するか、しないかが変わってくる。そのため、流出角が1度未満の時は、空気流出側レール部の長さ L_2 は平坦部 L_2' と流出角部長さ L_6 の合計長で、流出角が1度以上の時は、空気流出側レール部の長さ L_2 は平坦部長 L_2' となる。流出角部を設ける最大の理由は、機械加工で流出端を加工すると、流出端部に欠けや傷が発生易い。流出端部に欠けや傷があると、磁気ディスクに傷を付いたり、部分的に浮上高さがばらついた不良のガイドヘッドとなる。そのため、流出端を面取りすることで、流出端部に発生した欠けや傷を除去する。面取り方法により、流出角度が変わる。ダイヤモンド砥石等で斜め研削加工する場合、 $10 \sim 60$ 度位が加工し易いので大きな角度となる。流出角度の選定は自由であるが、角度が1度より大きい小さいによって平坦部 b_1 の長さを変更する必要がある。流出角部が僅かでも角度を有していると、平坦部の流出側端部が流出端となる。

【 0 0 2 7 】

本発明の磁気ディスク用ガイドヘッドは、空気流入側レール部の長さ L_1 と空気流出側レール部の長さ L_2 の比率は、 $L_2/L_1 = 0.1 \sim 0.5$ であることが好ましい。

【 0 0 2 8 】

切り欠き部の位置と幅で、空気流入側レール部の長さ L_1 と空気流出側レール部の長さ L_2 の比率は、変わってくる。分断溝は、浮上レールの略中央部より流出側に設けるので

、更に分断溝の幅で前記比率を変えることになる。比率 L_2/L_1 を $0.1 \sim 0.3$ にする
ことで、浮上ピッチ角 $140 \sim 380 \mu rad$ が得られるので高感度なグライドヘッド
が得られる。

【0029】

本発明の磁気ディスク用グライドヘッドは、空気流出側レール部は流出端側に向かっ
てレール幅が広がる構造で、空気流出側レール部の流出端の幅 L_8 の左右合計長が、左右
のレールの外側端部の間隔で規定されるスライダ幅 L_9 の、 $1/2$ 以上であることが望
ましい。

【0030】

流出端の左右の幅の合計が大きいほど、磁気ディスクの検査時間を短縮できるものであ
る。レール幅を広くすることで流出端の幅を広くできる訳だが、レール幅を広くすると浮
上高さが上がってしまうだけでなく、益々低浮上高さの要求には添えなくなる。低浮上で
高感度、検査時間の短縮の要求を満たすため、空気流出側レール部は流出端側に向かっ
てレール幅が広がる構造にすることが好ましいものである。流出端の幅を広げる方向は、ス
ライダの中心線側にすることが好ましい。スライダの中心線側に広げることで、スラ
イダの幅が大きくなることを防ぐことができ、小径の磁気ディスクにも対応できる。

【0031】

空気流出側レール部は流出端側に向かっでレール幅が広がる構造は、連続的にレール幅
を変えても良いし段階的に広げてても良いものである。砥石を使って研削加工するのは難し
いため、フォトリソ技術とイオンミリングの様なドライエッチング技術を用いて、空気流
出側レール部を形成することが好ましい。空気流出側レール部を形成する時に、空気流入
側レール部と切り欠き部も同時に形成できることは言うまでもない。

【0032】

荷重点は、空気流入側レール部の流出端から空気流出側レール部の長さ分流入側に入
った位置から切り欠き部の略中央部の領域内で、略スライダ幅の中心線上に設けることが
好ましいものである。略スライダ中心線上とは、左右のレールの中間位置と言うことにな
る。必ずしも中心線の真上に荷重点がある必要は無く、中心線から左右のレール方向に
スライダ幅の 10% 位の距離は、ずれていても良いものである。荷重点が中心線から左
右のレール方向に著しくずれると、ロール方向の浮上姿勢を制御できなくなり、流出端全
域で所定浮上高得られないグライドヘッドになってしまい、使用できなくなる。

【発明の効果】

【0033】

本発明により、低浮上で高感度が得られる高ピッチ角のスライダで、浮上姿勢が安定
し、検査時間の短縮が図れる磁気ディスク検査用グライドヘッドが提供できる。また、今
までのスライダとサスペンションを接着するための位置決め治具を使って、高ピッチ角
の磁気ディスク検査用グライドヘッドを製造できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下、図面を用いて本発明の実施の形態を詳細に説明する。説明を判り易くするため、
同じ部品、部位には同一の符号を用いている。

【実施例1】

【0035】

図1に本発明の、グライドヘッドの斜視図を示す。基本的な構造としては、図13に示
した従来のグライドヘッドと同一であるので、浮上レールを上面にして図示している。従
来のグライドヘッドのスライダと大きく異なるのは、浮上レールが分断溝22'により
、空気流入側レール部21と空気流出側レール部23に分断されている点である。図2を
用いてスライダの各部名称、実施例で用いた寸法関係を詳細に記載する。スライダ全
体の大きさである、スライダ長 L_{11} は 1.25 mm 、スライダ幅 L_9 は 1.00 mm 、スライダ全幅 L_{10} は 1.90 mm 、図1に記載のスライダ高さ L_{12} は 0.40 mm である。スライダの材質は、アルミチタンカーバイト（ATC）を用いている。

浮上力を生ずる浮上レールの空気流入側レール部の長さ L_1 は 0.13 mm 、空気流出側レール部の長さ L_2 は 0.2 mm 、レールの幅 L_8 は 0.26 mm である。空気流入側レール部の長さ L_1 は、流入角部領域長 $L_4 = 0.2\text{ mm}$ と平坦部長 L_5 よりなっている。浮上レールを流入側部と流出側部に分断する分断溝幅の長さ L_3 である。流出端に設けられた流出端角部長 L_6 は 0.04 mm とした。流出端角部の面取り角度を 20 度としたので、流出端角部長 L_6 は浮上力を生じないので、空気流出側レール部の長さ L_2 は 0.16 mm となる。左右のレールの外側端の間隔がスライダ幅 L_9 で、 1.0 mm としている。スライダー全幅 L_{10} からスライダー幅 L_9 を差引いた長さが、張出し部4の幅の長さとなる。流入端から荷重点 w まで間隔が荷重位置 L_7 で 0.625 mm とした。

【0036】

分断溝幅の長さ L_3 を $0 \sim 0.6$ まで変化させ、浮上ピッチ角との関係を図3に示す。分断溝幅の長さ L_3 の変化分は、空気流入側レール部の平坦部長 L_5 で吸収する様にした。線速度は 10 m/s で荷重は 25 (mN) 、荷重点はスライダーの略中央とした。本実施例では浮上量の値については無視している。分断溝幅の長さ L_3 を大きくするに従い、浮上ピッチ角度は急激に大きく増加した後減少させることができた。このことから、分断溝の幅を変える事で、浮上ピッチ角度を変化させられることが確認できた。分断溝の幅による浮上ピッチ角度を変化量(率)は、線速度や荷重、荷重点、レール幅を変える事で変わることは言うまでも無い。図示はしないが、線速度や荷重、荷重点、レール幅を変えたグライドヘッドを測定した結果、分断溝の幅を大きくすると浮上ピッチ角度が大きくなった後減少する傾向は変わらないことが確認できた。図3から判るように、所望の浮上ピッチ角を得るのに分断溝の幅は2値が取れる。分断溝の幅に対し浮上ピッチ角の変化が緩やかな領域を使用することで、分断溝の幅の加工公差を大きくすることができる。

【0037】

図4に、浮上ピッチ角度と出力電圧の関係を示す。分断溝幅と荷重、荷重点、レール幅を僅かずつ変化させ浮上量 h を $10 \pm 0.2\text{ nm}$ とし、浮上ピッチ角度を $80 \sim 470\text{ nrad}$ まで変化させたグライドヘッドを製作し、出力電圧を測定した。測定に用いたパンプディスクは、アルミナで直径 $1\text{ }\mu\text{m}$ で高さ 11 nm の円柱状に形成した突起物を有するものを用いた。浮上ピッチ角度が上がると、黒丸で示した出力電圧は略直線的に上昇している。

【0038】

図4の白丸は、分断溝の無い従来のスライダーを用い、荷重点を流出側に移動させて浮上ピッチ角度を変えたグライドヘッドであり、図15b)にあたる。流出側に移動させて浮上ピッチ角度を変えたグライドヘッドに比べ、出力電圧は約 1.5 倍大きくすることができた。浮上レールに分割溝を入れ浮上ピッチ角度を大きくすることで、従来の荷重点を流出側に移動して浮上ピッチ角度を大きくしたグライドヘッドに比べ、より出力電圧を大きくでき高感度化が図れた。これは、同じ浮上ピッチ角度でも荷重点から流出端までの距離が大きく取れるため、回転トルクを大きくできたためと考えられる。

【実施例2】

【0039】

図5に本発明の、グライドヘッドの斜視図を示す。基本的な構造としては、図1に示した実施例1のグライドヘッドと同一である。実施例1と異なるのは、切り欠き部の残った浮上レールが空気流入側レール部と空気流出側レール部を繋いでいる点である。スライダーの各部名称、実施例1で用いた寸法関係で、図5に示す切り欠き部の浮上レールの残り幅 L_{15} 以外は実施例1と同じとした。残った浮上レール幅 L_{15} は 0.013 mm と 0.026 mm 、 0.039 mm の3種類とした。これら L_{15} の値は、浮上レール幅 L_8 の 5% と 10% 、 15% に当たる。

【0040】

図6に、切り欠き部幅と浮上ピッチ角度の関係を示す。線速度は 10 m/s で荷重は 23 (mN) 、荷重点はスライダーの中央と実施例1と同じとした。図中、 0% は実施例1の測定結果である。切り欠き部に浮上レールの残り幅 L_{15} あっても、浮上ピッチ角度の

変化率は略同しであった。残り幅 $L15$ と浮上レール幅 $L8$ の比率が 0.70 と 1.00 は、分断溝の 0% と平均で数 μrad 程度の差しかなく、ばらつき範囲と考えられる程度の差であった。 15% に当たるガイドヘッドの浮上ピッチ角は $30\sim50\mu\text{rad}$ 、小さくなっていることから、切り欠き部の残り幅 $L15$ が浮上力を生じていることが判る。

【0041】

図7に、本実施例2で検討した切り欠き部の形状の一部を示す。図7a) b)は、切り欠き部に残った浮上レール部を浮上レールの略中央部とスライダ中心線側に設けたものである。

図7c)は、切り欠き部に残った浮上レール部が、傾斜を有するものである。図7d)は、切り欠き部の形状が方形ではなく曲線を有するものである。図7a)からd)は切り欠き部の浮上レールの残り幅 $L15$ を 10% 以下としたため、浮上ピッチ角は $5\mu\text{rad}$ 以内のばらつき範囲であった。また、これらのライダーは肉眼で容易に区別ができた。

【実施例3】

【0042】

図8に本発明の、ガイドヘッドの斜視図を示す。基本的な構造としては、図1に示した実施例1のガイドヘッドと同一である。実施例1と異なるのは、分断溝 $22'$ により分断された浮上レールの空気流入側レール部の幅より、空気流出側レール部の流出端の幅が広いことである。図9を用いてスライダの各部名称、実施例で用いた寸法関係を詳細に記載する。スライダ全体の大きさである、スライダ長 $L11$ は 1.25mm 、スライダ幅 $L9$ は 1.0mm 、スライダ全幅 $L10$ は 1.9mm 、図8に記載のスライダ高さ $L12$ は 0.4mm である。スライダの材質は、アルミチタンカーバイト(ATC)を用いている。浮上力を与え浮上レールの空気流入側レール部の長さ $L1$ は 0.6mm 、空気流出側レール部の長さ $L2$ は 0.15mm 、レールの幅 $L8$ は 0.25mm である。空気流入側レール長さ $L1$ は、流入角部領域長 $L4$ の 0.2mm と平坦部長 $L5$ よりなっている。浮上レールを流入側部と流出側部に分断する分断溝 $22'$ の幅が $L3$ である。流出端に設けられ流出端角部長 $L6$ は 0.035mm とした。流出端角部の面取り角度を 10 度としたので、流出端角部長 $L6$ は浮上力を生じないので、空気流出側レールの長さは、 $L2$ の 0.15mm となる。空気流出側レール部の流入側のレール幅は空気流入側レール部の幅と同じ $L8$ であるが、流出側のレールの幅 $L8'$ は 0.32mm と大きくした。左右のレールの外側端の間隔がスライダ幅 $L9$ で、 1.0mm としている。スライダ全幅 $L10$ からスライダ幅 $L9$ を差引いた長さが、張出し部幅の長さとなる。

【0043】

本実施例のスライダを機械加工のみで製作するのは難しい点があるため、機械加工とドライエッチング加工を併用した。浮上レールは機械加工とドライエッチング加工の併用、他の部分は機械加工で製作した。浮上レール部の流入角部領域と流出端角部の斜面形成は、ラッピング加工もしくは研削加工を用いた。ドライエッチング加工は、フォトリソ技術とイオンミリング装置を用いて行った。製作したガイドヘッドの浮上ピッチ角は、 $230\mu\text{rad}$ である。製作したガイドヘッドと実施例1で用いたバンプディスクを用い、検出感度を調べた。実施例1の浮上ピッチ角は、 $230\mu\text{rad}$ とほぼ同じ値が得られたうえ、磁気ディスク1枚あたりの検査時間を 30% 短縮できた。空気流出側レールの流出側のレールの幅を大きくしても、高い検出感度を維持でき検査時間の短縮が図れることが確認できた。

【実施例4】

【0044】

図10に本発明の、ガイドヘッドの斜視図を示す。基本的な構造としては、図1に示した実施例1のガイドヘッドと同一である。実施例1と異なるのは、浮上レールの加工をフォトリソ技術とドライエッチングを用いて形成しているため、機械加工では実現し難いレールの形状であることである。主な相違点としては、空気流入側レール部と空気流出側レール部の角部は曲率で形成され、空気流入側レール部の流入角部領域は傾斜ではなく平坦部より $0.8\mu\text{m}$ 凹んだ平面で構成され、流出端角部が直角に形成されている点であ

る。空気流入側レール部の流入側領域を囲むため、ノットアップとドットアップを2回行った。

【0045】

図11を用いてスライダの各部名称、実施例で用いた寸法関係を詳細に記載する。スライダー全体の大きさである、スライダー長 L_{11} は1.25mm、スライダー幅 L_9 は1.0mm、スライダー全幅 L_{10} は1.9mm、図10に記載のスライダー高さ L_{12} は0.4mmである。スライダーの材質は、アルミチタンカーバイト(ATC)を用いている。浮上力を与える空気流入側レール部の長さ L_1 は0.5mm、空気流出側レール部29の長さ L_2 は0.18mm、レールの幅 L_8 は0.2mmである。空気流入側レール部28の長さ L_1 は、流入平坦部領域長 L_4' は0.08mmと平坦部長 L_5 よりなっている。浮上レールを流入側と流出側に分断する分断溝幅の長さ L_3 である。空気流出側レール部の流入側のレール幅 L_8'' は0.22mm、流出側のレールの幅 L_8' は0.35mmであり、いずれも空気流入側レールの幅 L_8 より大きくしている。左右のレールの外側端の間隔がスライダー幅 L_9 で、1.0mmとしている。スライダー全幅 L_{10} からスライダー幅 L_9 を差引いた長さが、張出し部幅の長さとなる。

【0046】

製作したグライドヘッドの浮上ピッチ角は、 $200\mu rad$ である。製作したグライドヘッドと実施例1で用いたバンプディスクを用い、検出感度を調べた。実施例1および2の浮上ピッチ角は、 $200\mu rad$ とほぼ同じ値が得られたうえ、磁気ディスク1枚あたりの検査時間を40%短縮できた。空気流出側レールの流出側のレールの幅を大きくしても、高い検出感度を維持でき検査時間の短縮が図れることが確認できた。

【実施例5】

【0047】

従来例で示した荷重点を流出側に移動して浮上ピッチ角を上げ検出感度を上げる方法では、荷重点と流出端との距離が短くなった分だけ感度を落していた。そのため、荷重点を変えずに浮上ピッチ角を上げる方策として、浮上レールを分断溝で分割する方法を本願で開示しているものである。本願の分断溝を有するスライダの荷重点は従来のグライドヘッドと同じ様に、スライダー幅とレール長さのほぼ中間位置にすることで、スライダーとサスペンションを接着する際に用いる位置決め治具を共有化することができるという利点を得られた。勿論、本願の切り欠き部や分断溝を有するスライダーを用い荷重点を流出側に移動させて、より浮上ピッチ角を上げることにもできる。仕様の異なる磁気ディスクの検査の予備検討や、浮上ピッチ角度と出力の関係のデーター採取、浮上ピッチ角度とグライドヘッドの寿命の関係のデーター採取等々、浮上ピッチ角が異なるグライドヘッドを短時間で入手する必要がある場合が多々ある。しかし、切り欠き部の寸法や形状、分断溝幅、レール幅等々のスライダー仕様の変更には、時間と費用がかかるという不便があった。このような時は、本願の切り欠き部や分断溝を有する同一仕様のスライダーを使い荷重点を移動させることで、対応することができる。荷重点を流出側に移動させて浮上ピッチ角度を上げる場合、従来のスライダーに比べ荷重点を余り流出側に位置させることは好ましくない事が、判った。好ましくない理由は、主に浮上の安定性である。

【0048】

切り欠き部の寸法や形状、分断溝幅、レール幅、レール長、荷重点等々の異なる多数のグライドヘッドの浮上特性結果から求めた、本願の切り欠き部を有するスライダーの好ましい荷重点の領域を図12に示す。図は、分断溝22'で説明しているが切り欠き部22でも同じである。個々の荷重点のデーターは示さないが、図12の斜線で囲んだ領域に荷重点を設けることで、安定した浮上姿勢が得られた。スライダー長の方向は空気流入側レール部の流出端から空気流出側レール部の平坦部の長さ L_2' 分流入側に入った位置から、分断溝22'の溝幅 L_3 の半分の位置までで、スライダー幅方向は、略スライダー幅の中心線上が安定した浮上姿勢の得られる領域である。略スライダー中心線上とは、左右のレールの中間位置ということになる。必ずしも中心線の真上に荷重点がある必要は無く、中心線から左右のレール方向にスライダー幅 L_9 の10%位の距離は、ずれていても良い

ことは確認できた。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】実施例1のグライドヘッドの浮上面側からの斜視図である。

【図2】実施例1のスライダの説明図である。

【図3】実施例1の分断溝幅と浮上ピッチ角の関係を示す図である。

【図4】実施例1の浮上ピッチ角と出力電圧の関係を示す図である。

【図5】実施例2のグライドヘッドの浮上面側からの斜視図である。

【図6】実施例2の切り欠き部幅溝幅と浮上ピッチ角の関係を示す図である。

【図7】実施例2の切り欠き部の他の形状を説明する図である。

【図8】実施例3のグライドヘッドの浮上面側からの斜視図である。

【図9】実施例3のスライダの説明図である。

【図10】実施例4のグライドヘッドの浮上面側からの斜視図である。

【図11】実施例4のスライダの説明図である。

【図12】実施例5の好ましい荷重点の領域を示す図である。

【図13】従来の圧電素子を有するグライドヘッドの斜視図である。

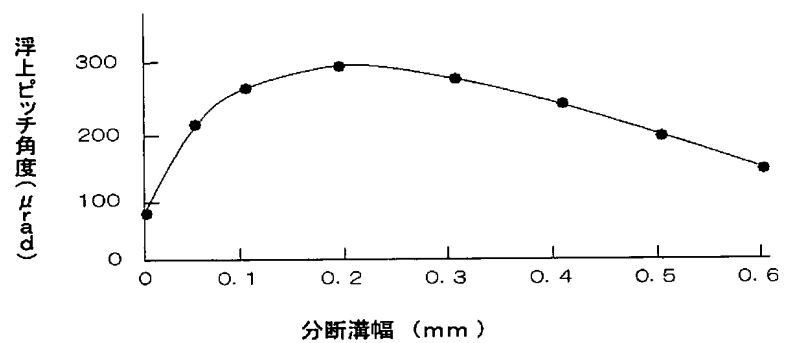
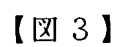
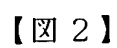
【図14】グライドヘッドの動作原理を説明する図である。

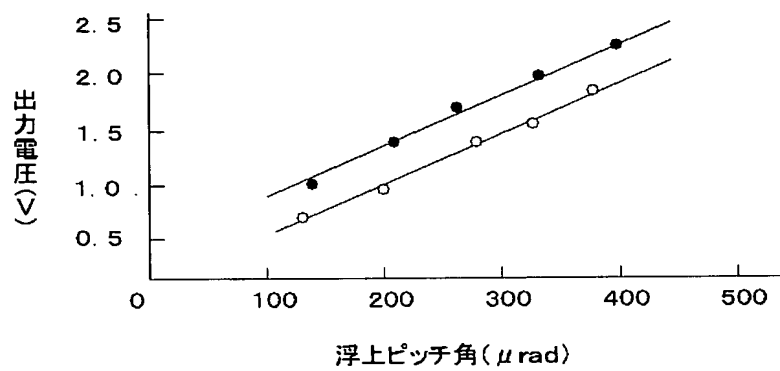
【図15】回転トルクと検出感度の関係を説明する図である。

【符号の説明】

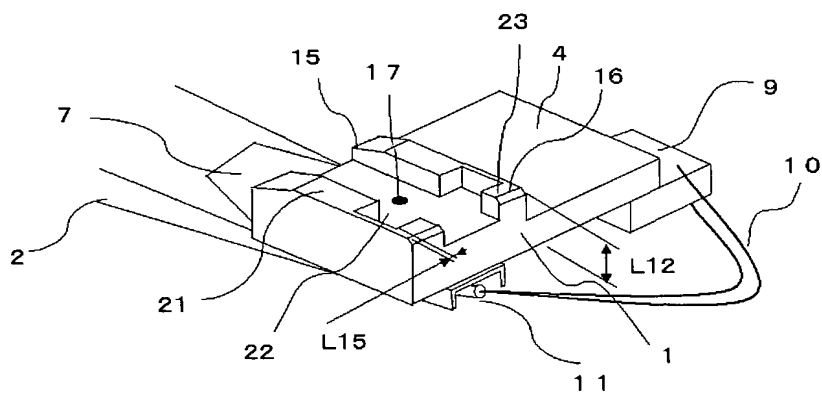
【0050】

- 1 スライダ、2 サスペンション、3 浮上レール、4 張出し部、
7 フレキシャー、8 ピボット、9 圧電素子、10 リード線11 絶縁チューブ、
15 流入端、16 流出端、17 荷重点、21, 25, 26 空気流入側レール部、
22 切り欠き、22' 分断溝、23, 28, 29 空気流出側レール部、
55 磁気ディスク、56 突起物。

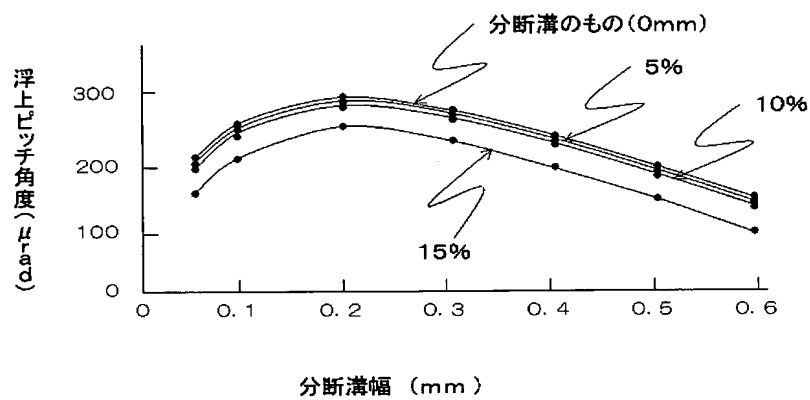


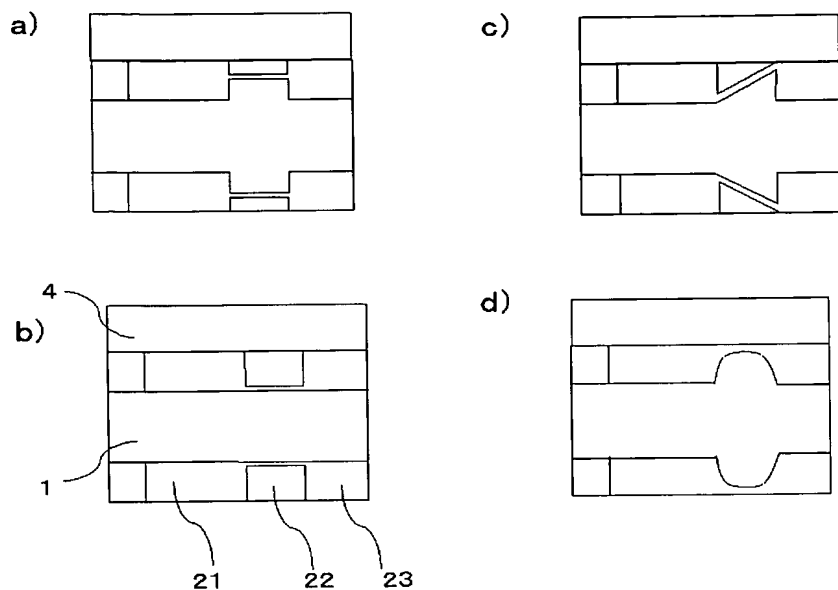


【図 5】

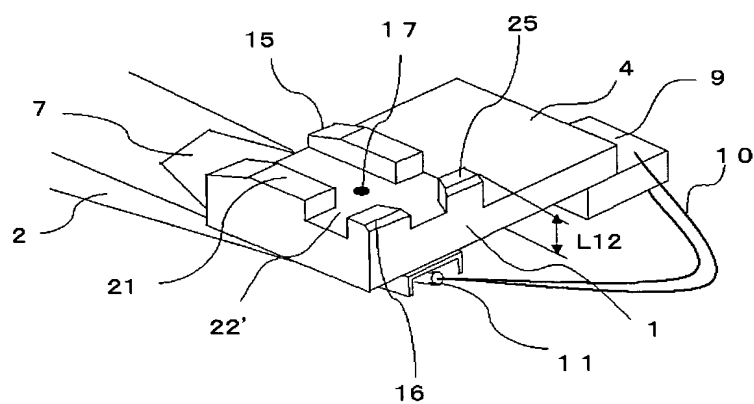


【図 6】

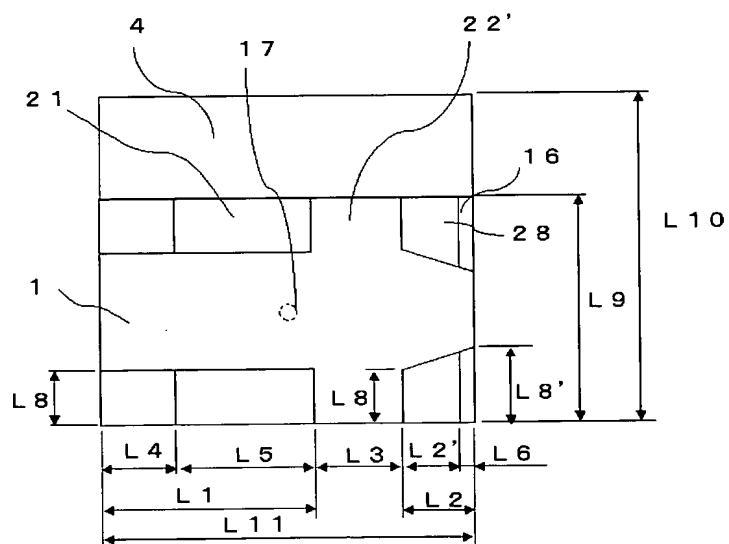


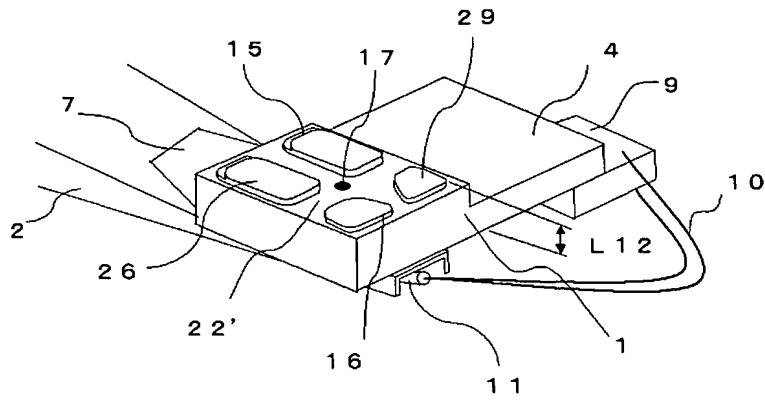


【图 8】

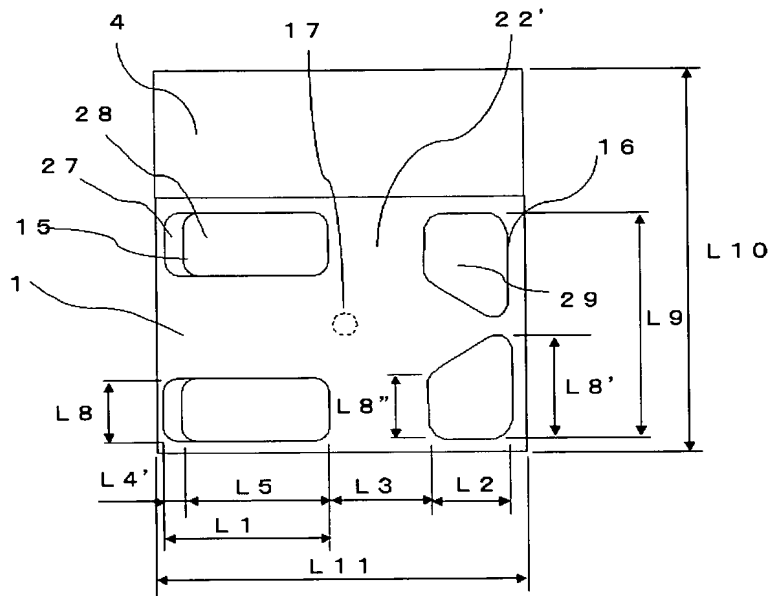


【图 9】

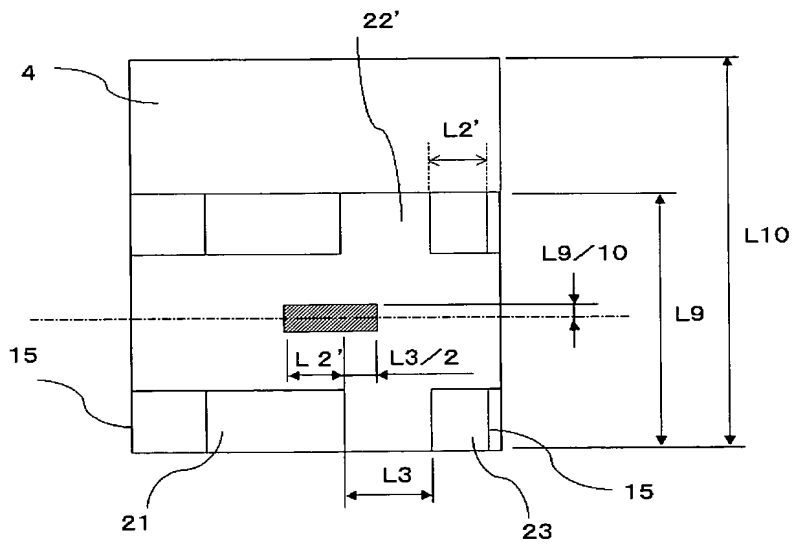




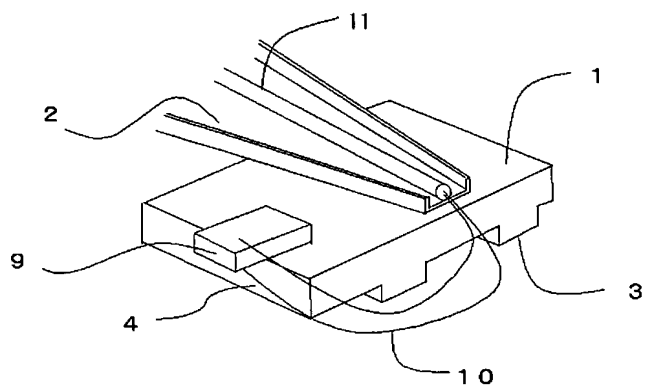
【図 11】



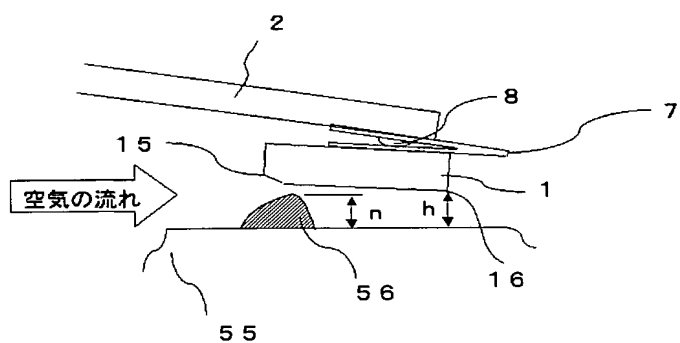
【図 12】



【図 1 3】



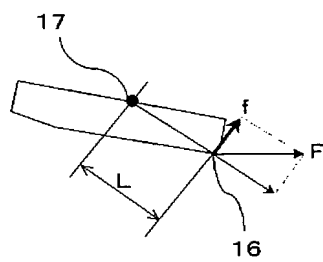
【図 1 4】



【図 1 5】

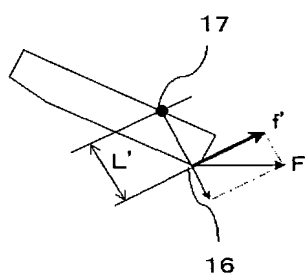
a)

$$T = L \times f$$



b)

$$T' = L' \times f'$$



【要 約】

【課題】 磁気ディスクの検査を短時間で行うことができ、かつ微小な突起を検出するため突起検出感度の高い磁気ディスク用グライドヘッドを提供する。

【解決手段】 スライダー背面の略中心位置に荷重点を設け、磁気ディスクに対向する側のスライダー面に2本の正の浮上圧力を発生させる浮上レールを形成し、浮上レールの荷重点位置から流出側に浮上力を減ずる切り欠き部を設け、浮上レールを空気流入側レール部と空気流出側レール部に分け、浮上ピッチ角が $140\mu\text{rad}$. 以上 $380\mu\text{rad}$. 以下とする。

【選択図】 図1

4

0 0 0 0 0 5 0 8 3

6

19990816

住所変更

東京都港区芝浦一丁目2番1号

日立金属株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/014742

International filing date: 11 August 2005 (11.08.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-270969
Filing date: 17 September 2004 (17.09.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 29 September 2005 (29.09.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.